Stanford University Library
DEC
11
1905

Ueber Trinkwasser und Wasserversorgungsanlagen.

Inaugural-Dissertation

der

medizinischen Fakultät zu Königsberg i. Pr.

zur

Erlangung der Doktorwürde

in der

Medizin und Chirurgie

vorgelegt von

Willibald Lösener,

Oberstabsarzt und Regimentsarzt des 2. Ostpreussischen Feldartillerie-Regiments Nr. 52 in Königsberg i. Pr.

Königsberg i. Pr.

Buch- und Steindruckerei von Otto Kümmel.

1905.

Gedruckt mit Genehmigung der
medizinischen Fakultät der Königl. Albertus-Universität
zu Königsberg i. Pr.
Referent: Professor Dr. R. Pfeiffer.

Meiner Mutter.

Die Tatsache, dass Wasser sowohl bei Massenerkrankungen und explosionsartigem Ausbruch von Infektionskrankheiten eine verhängnisvolle Rolle spielen, als auch gelegentlich Einzelerkrankungen (Dönitz[4]*) hervorrufen kann, macht es uns zur Pflicht, über sämtliche Wasserversorgungsanlagen und auch über die Reinhaltung offener Wasseransammlungen zu wachen. Der Standpunkt, von dem aus Wasser beurteilt werden muss, hat sich gegen früher wesentlich verschoben und zwar ist man jetzt zu der Ansicht gelangt, dass Trinkwasser, besonders Brunnenwasser, nur durch sachverständige Untersuchung der das Wasser spendenden Förderungsanlage massgeblich beurteilt werden kann, dass aber das Ergebnis der bakteriologischen und chemischen Untersuchung des Wassers im Laboratorium allein — ohne die Besichtigung der Anlage an Ort und Stelle — nur in den allerseltensten Fällen einen richtigen Schluss auf die Brauchbarkeit eines Wassers zulässt. Aus der grossen

*) Die Zahl bedeutet die Nummer des hinten angefügten Literaturverzeichnisses.

Zahl der diesen wichtigen Punkt behandelnden Arbeiten sei nur an die Werke und Schriften von Gärtner[8]), Flügge[6,7]), Gruber[12]), Löffler, Oesten und Sendtner[18]), Lueger[20]), Lauff[16]), Kraschutzki[15]), Brix[3]) und Schumburg[25]) erinnert, die auch ausführliche Literaturangaben ihren Arbeiten beigefügt haben.

Trinkwasser muss nicht nur klar und appetitlich aussehen und erfrischend schmecken, sondern muss vor allem frei von pathogenen Bakterien sein und bleiben. Alle Wasserversorgungsanlagen müssen daher einen bakteriensicheren Schutz gegen Verunreinigungen besitzen. Die gleichen Anforderungen wie an Trinkwasser hat man auch an Nutzwasser, besonders das in Wohnungen, Wirtschaften, in Anstalten gebrauchte, die der Herstellung oder Bereitung von Lebensmitteln u. dergl. dienen, zu stellen, da es sowohl zur Spülung von Gefässen und Geschirren, zum Reinigen von Genussmitteln, als auch — trotz aller Warnungen — zum Trinken benutzt werden wird, sobald es nur leicht zugänglich ist. Brunnen oder Pumpen mit dem bekannten Plakat: „Kein Trinkwasser“ sind in hygienischem Sinne unzulässig. Entweder ist die betreffende Entnahmestelle so zu verbessern, dass sie einwandsfreies Trinkwasser liefert, oder sie ist für unkontrollierte Inanspruchnahme unzugänglich zu machen.

In früheren Zeiten wurden Wasserproben an ein Laboratorium zur bakteriologischen und chemischen Untersuchung gesandt und dann auf Grund des dort ermittelten Befundes das Urteil ohne weiteres abgegeben. Aus der Zahl der Keime lässt sich aber bei der Einzelwasserversorgung z. B. durch Brunnen ein sicherer Schluss

in bezug auf eine gefährliche Verunreinigung des Wassers nicht ziehen. Bakterien finden sich fast in jedem Brunnen, in dem sie sich selbst bei tadelloser Verfassung seiner einzelnen Teile vermehren können, wenn sie einmal z. B. bei Neuanlegung des Brunnens, bei Ausbesserungen von der Erdoberfläche in die Tiefe der erschlossenen wasserführenden Schicht gelangt sind. Ein keimfreies Wasser würde nach Abschluss des Brunnenbaus oder der Ausbesserung auch bei völlig einwandsfreien Anlagen nur erwartet werden können, wenn der Brunnen bis in alle Details von Grund aus desinfiziert war. Meist handelt es sich um harmlose Saprophyten, die sich auch durch längeres Abpumpen nicht völlig aus dem Brunnen entfernen lassen. Es wäre recht falsch, ein Wasser als unbrauchbar zu bezeichnen, weil es viele solcher Keime enthält. Spezifische Bakteriengruppen, welche für eine gefährliche Wasserverunreinigung sprechen, gibt es abgesehen von den Erregern der bekannten, durch Wasser übertragbaren Infektionskrankheiten nicht. Man hat aus der Anwesenheit des Bacterium coli commune, da es in unverdächtigen Wässern selten vorkäme, auf das Bestehen einer Verunreinigung durch fäkalienhaltige Zuflüsse schliessen wollen. Gewisse Koliarten finden sich aber oft genug auch an nicht verunreinigten Stellen der Erdoberfläche und können beim Brunnenbau in die Tiefe gelangen, um sich dort saprophytisch zu konservieren. Ein spezifisches Bacterium coli hominis, das sich sicher von anderen harmlosen Koliarten unterscheiden liesse, kennen wir bis jetzt nicht. Gelegentlich kann, wie Gärtner (a. a O.) hervorhebt, ein kleines harmloses

Tier sich trotz guter Abdeckung z. B. durch die Maschen des Lüftungsrohrabschlusses in einen Brunnen verirren und dort verenden. Man wird dann plötzlich im Wasser die Kolibazillen dieses Tieres finden, ohne das Recht zu haben, das Wasser deswegen für verdächtig zu erklären. Wenn aber im Wasser Keime auftreten, nachdem der fertige Brunnen desinfiziert ist, müssen diese Keime durch ungehörige Zuflüsse und dergl. hinein gelangt sein. Derartige Zuflüsse werden in der Regel mit dem menschlichen Verkehr in Beziehung stehen und können pathogene Keime enthalten. Der Brunnen ist dann natürlich reparaturbedürftig und vorläufig zu schliessen. Die bakteriologische Untersuchung von Brunnenwasser allein gibt uns also nur in den recht selten in der Praxis vorkommenden Fällen, wenn nämlich eine sachgemässe Desinfektion der Gesamtanlage stattgefunden hat, über das Bestehen von ungehörigen Zuflüssen Aufschluss. Deren Herkunft muss dann noch durch eingehende örtliche Besichtigung des Brunnens festgestellt werden. Wird eine solche von sachverständiger Seite ausgeführt, so dürfte das Bestehen von Zuflüssen auch ohne den im Laboratorium erhobenen Befund festgestellt werden können. Die Fälle, in denen die bakteriologische Untersuchung anscheinend einwandsfreie Ergebnisse gehabt hatte und trotzdem bei der örtlichen Besichtigung schwere Schäden der Anlage aufgedeckt wurden, sind nicht selten.

Bei neuangelegten Brunnen muss man sich aber vergewissern, ob die erschlossene wasserführende Schicht keimfreies Wasser liefert; dann ist die bakteriologische Untersuchung nach sachgemässer Desinfektion der

Bohrung — am besten durch Dampf — am Platze. Die bakteriologische Untersuchung ist ferner noch von Bedeutung, wenn es sich um die Entscheidung handelt, ob eine Filteranlage im Grossbetrieb richtig arbeitet, oder wenn man bei Leitungen die Stellen ermitteln will, an denen eine Verunreinigung stattgefunden hat. Dann nützt aber die Einsendung nur einer Probe des Wassers nichts, sondern es müssen Proben von Ausgangswasser, aus den Reservoiren und aus den Leitungen unterhalb jeder Abzweigung usw. untersucht werden. Gelegentlich wird auch eine Untersuchung auf pathogene Bakterien nötig sein, wenn gegründeter Verdacht vorhanden ist, dass eine bestimmte Wasserentnahmestelle mit verdächtigen Erkrankungen in Verbindung steht. Notwendig sind solche Untersuchungen besonders bei Cholera (vgl. Anweisungen des Bundesrats zur Bekämpfung der Cholera vom 28. 1. 04. nebst den dazu erlassenen preussischen Ausführungsbestimmungen. Amtliche Ausgabe. Berlin 1901; Schoetz S. 28 u. 29). Der schnelle Verlauf der Erkrankung, die Möglichkeit, diese in verhältnismässig kurzer Zeit bakteriologisch nachzuweisen, setzt uns meist in den Stand, auch die Aetiologie schnell zu ermitteln. Wird das Wasser als Träger des Infektionsstoffes angesehen, so kann die Untersuchung noch zu einer Zeit angestellt werden, wenn die Erreger wahrscheinlich noch im Wasser vorhanden sind. Dementsprechend ist auch der Nachweis von Choleravibrionen im Wasser häufig gelungen. Typhusbazillen sind aber in einwandsfreier Weise (mittelst der Agglutination oder des Pfeiffer'schen Versuchs), trotzdem doch im Laufe der

Jahre unzählige Wasseruntersuchungen auf Typhusbazillen vorgenommen sind (Bonhoff[2]), im Wasser äusserst selten angetroffen, da die Untersuchungen bei der langen Inkubationszeit des Typhus erst nach dem Auftreten sicherer Krankheitsanzeichen, also frühestens etwa 20 Tage nach der Ansteckung vorgenommen werden können, d. h. zu einer Zeit, in der die Erreger in der Regel schon aus dem Wasser verschwunden sein werden. Meist kommt solch Wasser in etwa 4 Wochen nach der Ansteckung zur Untersuchung. Beim Auftreten von Typhusfällen werden auch vielfach Wasserproben in die Laboratorien gesandt, ohne dass es überhaupt erwiesen oder wahrscheinlich ist, dass die Erkrankungen mit dem Wasser in Beziehung stehen. Der behandelnde Arzt könnte dann auf Grund des mitgeteilten negativen Ergebnisses zu der Annahme verleitet werden, dass der fragliche Brunnen brauchbares Trinkwasser liefert, und es versäumen, die Wasserentnahmestellen aus der Umgebung des Kranken eingehend zu besichtigen und eventuell Verbesserungen der genannten Stellen zu veranlassen, um eine nachträgliche Wasserinfektion durch die vom Kranken verstreuten Keime zu verhindern. Bei der Ruhr liegt die Sache nicht anders. Ruhrbazillen sind, soweit mir bekannt, bisher im Wasser einwandsfrei noch nicht nachgewiesen worden (Lentz[17]). Dass zur Untersuchung auf die genannten Infektionskeime möglichst grosse Wassermengen nötig sind, ist selbstverständlich; auch ist es höchst erwünscht, dass der untersuchenden Station bei der Einsendung angegeben wird, auf welche Keime es bei der Untersuchung

ankommt; dann werden zeitraubende Rückfragen vermieden. Bei Kesselbrunnen wird die Untersuchung des am Boden abgesetzten Schlammes gelegentlich zum Ziel führen können, während im darüber stehenden Wasser pathogene Keime schwer nachzuweisen sein werden (Bonhoff[2]). Ehe man Wasserproben für die bakteriologischen Untersuchungen einsendet, pflegt man die Brunnen längere Zeit abzupumpen, um die Keimzahl herabzusetzen. Wenn Wasser zur Untersuchung auf pathogene Keime gelangen soll, ist solch Abpumpen aber recht falsch; je mehr abgepumpt wird, desto weniger Aussicht ist vorhanden, die ins Wasser gelangten pathogenen Keimen noch darin anzutreffen. Die bakteriologischen Untersuchungen fördern die vorliegende Frage also nur in den genannten Sonderfällen.

Ebensowenig wie die bakteriologische Untersuchung gibt uns die chemische Untersuchung allein genügende Anhaltspunkte für die Frage, ob ein Wasser brauchbar ist oder nicht. Auf Grund scheinbar hoher Zahlen von Chlor, Ammoniak, Salpetersäure, salpetriger Säure u. s. w. kann ein Wasser nicht beanstandet werden; der Standpunkt, dass bestimmte Zahlen chemischer Stoffe (Grenzwerte) ein Wasser ungeniessbar machen, ist mit Recht allgemein verlassen worden. Die Stoffe können ganz unverdächtigen vom Grundwasser ausgelaugten Erdschichten entstammen und in grossen Mengen im Wasser vorhanden sein. Der Stickstoff der salpetrigen Säure z. B. wird oft genug aus den Resten tierischen und pflanzlichen Lebens diluvialer Erdschichten stammen und nicht aus den gefährlichen stickstoffhaltigen Ab-

gängen des menschlichen Lebens und Verkehrs. In solchen Fällen ist nicht der Schluss erlaubt, dass der Boden durch Uebersättigung unfähig geworden ist, diese stickstoffhaltigen Stoffe durch Oxydation unschädlich zu machen. Die geringe Oxydationsstufe dieser gefürchteten Stoffe erklärt sich vielmehr aus dem Sauerstoffmangel in tiefen Erdschichten; auch stark reduzierende Bakterien können eine Rolle dabei spielen. Hoher Gehalt an Chlor, welches sich vielfach in durch Kot und Harn verunreinigten Wässern findet, kann aus unverdächtigen Salzlagern stammen. Der Untergrund der norddeutschen Tiefebene ist stark eisenschüssig; das derartige Schichten durchquerende Grundwasser wird Eisen aufnehmen, neben dem sich dann vielfach Ammoniak und Schwefelwasserstoff vorfindet und ganz harmloser Natur ist. Durch die mit Lüftung einhergehenden Enteisenungsverfahren wird der Schwefelwasserstoff leicht aus dem Wasser entfernt, während das Ammoniak in der Regel zugleich mit dem Eisen in den Filtern zurückgehalten wird. Selbst stark eisenhaltiges Wasser dürfte im Allgemeinen kaum gesundheitsschädlich sein; wegen seines unappetitlichen Aussehens infolge der Trübung bezw. der Niederschläge in den Wasserbehältern sollte eisenhaltiges Wasser möglichst vom Eisen befreit werden, nachdem jetzt wirksame und einfache Verfahren auch bei Einzelbrunnen anwendbar sind und frostfrei arbeiten (Kraschutzki [15]) S. 31, Lübbert [19]), Oesten [18]). Sind die stickstoffhaltigen Stoffe aber in dem oberen Grundwasser und in den Zonen der Stadtlaugenstoffe enthalten, so deutet ihre Herkunft auf den menschlichen Verkehr. An und

für sich schaden diese Stoffe nichts, auch wenn sie in grösseren Mengen im Wasser enthalten sind. Mit den gefürchteten, aus dem menschlichen Verkehr stammenden Zuflüssen können aber pathogene Bakterien dem Grundwasser bezw. den Brunnen zugeführt werden. Ein unter dauernder Verschmutzung stehender Boden, z. B. solcher unter bewohnten Ortschaften wird im Laufe der Zeit an Filtrationskraft verlieren und das Eindringen von Bakterien in grössere Tiefen, so weit die Verschmutzung reicht, befördern. So lange der Boden die organischen Krankheitserreger zurückhält und nur die stickstoffhaltigen Verbindungen u. s. w. durchlässt, würde das Wasser auch nicht als schädlich zu bezeichnen sein. Ob und in welchen Mengen die genannten Verbindungen im Wasser enthalten sind, lässt daher keinen Schluss auf die Brauchbarkeit des Wassers zu. Die chemische Untersuchung kann uns nur über die Art und Menge der im Wasser vorhandenen Stoffe aufklären, nicht aber angeben, auf welche Art diese in das Wasser hineingelangt sind. „Grenzzahlen" kommen höchstens dann in Betracht, wenn Stoffe in solchen Mengen enthalten sind, dass sie ein Wasser übelschmeckend machen z. B. Gehalt von 300 mg Kochsalz, 500 mg Gips, 500 mg schwefelsaure Magnesia, 60 mg Chlormagnesium im Liter (Rubner). Blei, Kupfer, Arsen machen Wasser stets ungeniessbar, doch gehört solch Befund zu den Seltenheiten, eine Untersuchung darauf könnte nur bei besonderen Fällen in Frage kommen.

Bei Neuanlagen von Brunnen, wenn man sich vergewissern will, ob sich das Wasser für bestimmte

technische Zwecke eignet, ob es sehr hart ist, ob es Eisen, viel Salz, Huminstoffe enthält, ob die vorgefundenen Trübungen ein Reinigungsverfahren erfordern oder zulassen, ist allerdings eine quantitative chemische Untersuchung am Platze, wobei die Brunnen der Nachbarschaft zum Vergleich herangezogen werden können. Wenn Trinkwasser, wie z. B. im Bereich der Militärverwaltung, einer dauernden Kontrolle untersteht und auch in regelmässigen Abständen chemisch untersucht wird, so kann eine plötzliche Aenderung im chemischen Befunde uns auf das Bestehen einer Verunreinigung vielleicht hinweisen. Es sind aber günstige chemische Befunde aus Trinkwasser erhoben worden, das nachweislich durch gefährliche Zuflüsse verunreinigt war. Ein fortlaufend günstiger Ausfall der chemischen Untersuchung gibt uns daher keinerlei Gewähr dafür, dass der betr. Brunnen unverdächtig ist.

Die Feststellung, ob ein Trinkwasser brauchbar ist oder nicht, kann daher nicht im Laboratorium, in dem die betr. Wasserversorgungsanlagen in der Regel nicht bekannt sein werden, erfolgen; dagegen werden wir auf Grund einer örtlichen Besichtigung der Anlage, ihrer Umgebung, der Prüfung der Erdschichten stets entscheiden können, ob Tagewässer oder sonstige Verunreinigungen, die mit dem menschlichen Verkehr in Beziehung stehen, zum Wasser treten können ehe sie von den Infektionskeimen befreit sind.

Erleichtert wird die Besichtigung, wenn Bohrprofile, Zeichnungen der Brunnenkonstruktion oder die Karten der geologischen Landesaufnahme zur Hand sind. Aber

auch ohne diese Hülfsmittel kann die Besichtigung schliesslich zum Ziele führen, wenn man sämtliche Brunnenteile eingehend prüft, in alle Schächte hineinsteigt und auch die Umgebung der Wasserstellen in die Untersuchung einbezieht. Wir wissen, dass selbst unberührtes, gut filtrierendes Erdreich — „der gewachsene Boden“ — bis zu 3—4 m unter Tage meist Bakterien enthält, dass aber von dieser Zone an das Erdreich und das sich darin bewegende Grundwasser keimfrei zu sein pflegt (Gotschlich[9—11]). Verschmutzter oder durchwühlter oder schlecht filtrierender Boden wird aber soweit Keime enthalten, wie die Verschmutzung oder Durchwühlung u. s. w. reicht. Dementsprechend muss auch das in solchem Boden befindliche Grundwasser bakterienhaltig sein, wodurch es im hygienischen Sinne einem Oberflächenwasser gleichkommt. Da wir nur keimfreies Grundwasser verwenden wollen, dürfen nur keimfreie Erdschichten erschlossen werden, welche aus feinporigem, gewachsenem Boden bestehen, in dem der höchste Grundwasserstand die keimhaltigen oberen Erdschichten nicht erreicht. Auch in dieser Hinsicht wird uns die örtliche Besichtigung der Brunnenanlagen und ihrer Umgebung ausreichende Anhaltspunkte an die Hand geben. Besonders gefährdet sind die Flachbrunnen, welche das „obere“ Grundwasser, d. h. das auf der ersten undurchlässigen Schicht sich ansammelnde Wasser führen. Bei der oft nur geringen Tiefe solcher Brunnen, gleichgültig ob es Kessel- oder Röhrenbrunnen sind, und bei schlecht filtrierenden Erdschichten (Kies), deren Oberfläche vielfach betreten oder verunreinigt wird, ist

die Möglichkeit einer Infektion in der Regel gegeben. Günstiger liegen die Verhältnisse bei Tiefbrunnen, welches das „untere", auf der zweiten oder noch tieferen undurchlässigen Schicht vorhandene Grundwasser fördern. Schlechte Eindeckung des Brunnens oder unzweckmässige Fassung kann aber auch das untere Grundwasser, das ursprünglich keimfrei war, gefährden. Wenn wir den Zutritt von Tagewässern oder anderen gefährlichen Zuflüssen zu Brunnen feststellen wollen oder wenn wir bei Besichtigungen Zweifel haben, ob solche Zuflüsse bestehen oder nicht, giesst man auf die Brunnenumgebung und -abdeckung, in die Gullys, benachbarten Rinnen, Gruben, Latrinen, Schächte oder Tümpel, möglichst nach Entleerung ihres Inhalts, Farbstoffmischungen, deren Farbe vom Boden nicht zurückgehalten wird. In Wasser lösliche Farbstoffe hält der Boden zurück, nicht aber Farbstoffe, die nur im Wasser suspendiert sind, wie z. B Ultramarinblau (nach Behring zubereitet), Uraninkali oder Methyleosin. Sehr gute Dienste leistet das Fluoreszein, das zu alkalisch gemachtem Wasser zugesetzt wird. Man stellt sich zunächst starke Konzentrationen her und giesst davon soviel in grosse wassergefüllte Bottiche, dass das Wasser eine dunkelgrüne Fluoreszenz darbietet. Mittelst Eimer oder Giesskannen werden dann möglichst grosse Mengen der gefärbten Flüssigkeit in der Umgebung der Brunnen ausgegossen. Nach einiger Zeit wird dieser abgepumpt; im Brunnenwasser auftretende Fluoreszenz ist dann beweisend für das Bestehen gefährlicher Zuflüsse. Unter Umständen tritt erst längere Zeit nach

dem Ausgiessen grosser Massen von Farbstoffmischung eine Fluoreszenz im Wasser auf; manchmal führen erst verschiedene Wiederholungen des Versuchs zum Ziel. Statt Fluoreszein lässt sich auch ein Präparat der Firma H. Nördlinger-Flörsheim am Main „Saprol für Grubenprüfung“ verwenden; es handelt sich hierbei um ein Saprolpräparat, dem Fluoreszein zugesetzt ist. Versuche, durch Saprol allein Zuflüsse zu Brunnen festzustellen, haben sich im allgemeinen wenig bewährt, während das neue Saprolpräparat mit dem genannten Zusatz günstigere Ergebnisse liefern dürfte, da das Brunnenwasser entweder Fluoreszenz, Saprolgeruch und -geschmack oder wenigstens eines von den dreien aufweisen wird. Stark konzentrierte Lösungen von Kochsalz oder Lithium erfüllen den gleichen Zweck, setzen aber die Vornahme chemischer oder spektroskopischer Untersuchungen voraus.

Sobald gefährliche Zuflüsse zu einem Brunnen nachgewiesen sind oder sobald ein solcher die Sicherheit nicht gewährt, dass Infektionskeime sicher und dauernd von ihm ferngehalten werden, ist das Wasser, gleichgültig ob die chemischen und bakteriologischen Befunde scheinbar günstig sind, zu beanstanden und die Anlage entweder zu verbessern oder zu schliessen. Lässt sich eine sachverständige Besichtigung nicht schnell genug herbeiführen, so muss bis zu deren Durchführung eine vorläufige Schliessung aller Wasserentnahmestellen eintreten, die in irgend einer Weise verdächtig oder zu beanstanden sind. Noch viel weniger darf bei Feststellung derartiger Schäden auf das Ergebnis der dann erst in die Wege geleiteten chemischen und bakteriologischen Untersuchung

gewartet werden, bis Abhilfe geschaffen wird. Solch Abwarten könnte unter Umständen recht gefährlich werden. Bei Auftreten auch von Einzelfällen einer durch Wasser übertragbaren Infektionskrankheit müssen alle Wasserstellen, zu denen der Kranke oder seine als Infektionsträger aufzufassende Umgebung Beziehungen hat, einer genauen Besichtigung unterzogen werden, damit auf alle Fälle verhindert wird, dass die in der Umgebung des Kranken verstreuten Infektionskeime durch irgend welche Zufälle in das Wasser gelangen. Nur dann kann einem explosionsartigen Ausbruch einer Seuche — soweit die Uebertragung durch Wasser in Betracht kommt — vorgebeugt werden.

In Verbindung mit der örtlichen Besichtigung kann die physikalische Wasseruntersuchung gelegentlich wichtige Anhaltspunkte für die Beurteilung geben. Zuweilen kann das Ergebnis der physikalischen Untersuchung allein ausschlaggebend sein, wenn es z. B. um ein trübes, sehr schlecht schmeckendes Wasser sich handelt, welches auch durch besondere Reinigungsverfahren nicht zu verbessern ist, also für Trinkzwecke nicht verwendet werden kann, wenn es auch in hygienischer Beziehung einwandsfrei ist. Im übrigen ist die physikalische Untersuchung ebenso zu bewerten, wie die chemische und die bakteriologische; alle drei Methoden zeigen uns nur einen Tatbestand an, geben uns aber keine sichere Aufklärung, wodurch die beanstandete Eigenart eines Wassers hervorgerufen ist.

Wenn nun auch in den Eingangs erwähnten Schriften auf die Bedeutung der örtlichen Besichtigung mit Nach-

druck hingewiesen und hervorgehoben ist, worauf es dabei im Wesentlichen ankommt, so kommen doch in der vorliegenden Frage — besonders bei der Wasserversorgung durch Brunnen — viele Einzelheiten in Betracht, die leicht übersehen werden und verhängnisvolle Folgen haben können.

In den nachstehenden Zusammenstellungen, die der Vollständigkeit halber auch einen zusammenfassenden Ueberblick über die wichtigsten, auch von anderer Seite bereits beschriebenen Anforderungen an Wasserversorgungsanlagen geben werden, soll vor allem auf die bisher weniger hervorgehobenen und bekannten Einzelheiten, die bei der Beurteilung der Einzelwasserversorgung durch Brunnen in Frage kommen, eingegangen werden.

Oberflächenwasser ist stets verdächtig und für Trinkzwecke nur nach besonderer Behandlung verwendbar, aber auch nur dann, wenn gut geleitete Grossbetriebe (Filtration mit und ohne Vorklärung, Ozonisierung und dergl.) die Wasserversorgung in der Hand haben. Kleine Filterapparate (Plagge[22]), E. Pfuhl[21]) oder chemische Reinigung gewähren im allgemeinen keine genügende Sicherheit, wenn nicht die Verfahren dieser Art unter sachverständiger Kontrolle wie z. B. bei militärischen Uebungen ausgeführt werden. Das einfachste, billigste und zuverlässigste Mittel, verdächtiges oder schlechtes Wasser für Trinkzwecke nutzbar zu machen, ist das Abkochen (vergl. auch Herold[13]).

Bei den Anforderungen, die man an Wasserversorgungsanlagen bei der Einzelversorgung in hygienischer Hinsicht stellen muss, ist zu berücksichtigen, dass man bei

Neuanlagen den modernen hygienischen Grundsätzen in jeder Weise Rechnung tragen sollte, um eine völlig einwandfreie Wasserversorgung zu erhalten, während man bei älteren, ev. mit grossen Kosten hergestellten Anlagen, die vielleicht nicht ganz einwandsfrei sind, aber immerhin bei vermehrter Kontrolle noch eben ausreichen können, nur die nötigsten Aenderungen vornehmen wird.

Eine Infektion von Brunnen ist nur dann zu verhindern, wenn diese einen keimdichten Schutzwall besitzen, der vom Auslaufsrohr der Pumpe bis in die Tiefe der wasserführenden Schicht reicht, und wenn diese Schicht selbst von genügend filtrierendem Erdreich überlagert ist. Trotz der Grösse und Ausdehnung der Waserversorgungsanlagen ist ein solcher Schutz aber verhältnismässig leicht zu erreichen.

Wenn wir derartige Anlagen beurteilen wollen, müssen wir wissen, wie und mit welchem Material sie errichtet sind. Eine Erwähnung dieser Punkte ist daher bei der Erörterung der an Brunnen zu stellenden hygienischen Anforderungen notwendig.

A. Röhrenbrunnen.

a) einzuschlagende oder einzuschraubende Brunnen (Abessynier).

Abessynier sind jedenfalls die einwandsfreiesten Brunnen. Bei gut filtrierendem, feinporigem Boden (Sand) müssen sie, abgesehen vom durchlöcherten Endstücke, mindestens 4 m tief, bei grobporigem (Kies) 8 m tief eingesetzt werden. Nur wenn über der Kiesschicht

gewachsener Boden oder Lehm in 0,5 m Stärke liegt, kann bei grobporigem Boden eine Tiefe von 4 m zugelassen werden, wenn dabei die Reinhaltung der Brunnenumgebung durchgeführt wird. Durch die Pumpenschläge darf allerdings kein derartiges Schwanken des Rohres eintreten, dass sich um dieses herum ein Trichter bildet, in den die Tagewässer versickern, um allmählich in die das Grundwasser fördernde Schicht zu gelangen. (Figur 1). Man stellt daher die Pumpe mit Gully zweckmässig 8—10 m seitlich von der Bohrung auf oder bringt sie dort an einer Mauer, einem Zaun oder einem Pfahl an.

Figur 1.
bei a) Trichterbildung infolge der Rohrschwankungen.

b) Bohrbrunnen.

Wenn wegen sandiger Beschaffenheit des Bodens das untere, grobdurchlöcherte Endstück des Brunnenrohrs durch besonderes, fest darüber gespanntes Filtergewebe (Tressenfilter aus Messing- oder Kupfergaze) geschützt werden muss, wird ein stärkeres Rohr in die Erde gelassen und in dieses „Mantelrohr“ das mit dem Filtergewebe versehene Brunnenrohr eingesetzt, wonach das Mantelrohr in der Regel ganz herausgezogen wird. Festes Erdreich, wie Ton oder Lehm, wird sich aber nach dessen Herausnahme nicht an das dünnere, den

Filter tragende Brunnenrohr anlegen können, wodurch um letzteres herum ein gefährlicher freier zylindrischer Raum entsteht, der den Zutritt von Tagewässern zur wasserführenden Schicht begünstigen muss. Die Muffenverschraubungen zwischen den einzelnen Stücken des Brunnenrohres müssen wasser- und bakteriendicht schliessen, der obere Teil des Rohres bezw. die Pumpe muss fest auf einer unverrückbaren Platte stehen, damit Schwankungen des Brunnenrohrs und die Bildung eines Trichters um das Rohr herum vermieden wird. Um den Zufluss von Tagewässern am Rohr entlang ganz sicher zu verhindern, empfiehlt sich auch hier besonders bei geringer Tiefe des Brunnens stets die seitliche Aufstellung der Pumpe nebst Gully in 8—10 m Abstand.

Bohrbrunnen mit Arbeitsschacht.

Soll Grundwasser aus grösseren Tiefen (mehr als 8 m) erschlossen werden, ist ein Einschrauben oder Einrammen der dünnen Abessynierrohre technisch nicht mehr möglich, daher ein besonderes Bohrverfahren anzuwenden. Meist wird erst ein „Arbeitsschacht" gegraben, von dem aus die Tiefbohrung mittelst verschiedener, der Art des Bodens angepasster Bohrverfahren, die hygienisch kein wesentliches Interesse bieten, erfolgt. Ist die wasserführende Schicht erreicht, wird der tressenbesetzte, an ein Bügelrohr (oder Aufsatzrohr mit Bajonettverschluss) angeschraubte Filter eingesetzt und das Bohrrohr soweit herausgezogen, dass der Filter innerhalb der wasserführenden Schicht ganz frei steht und nur das Bügelrohr vom Bohrrohr umschlossen

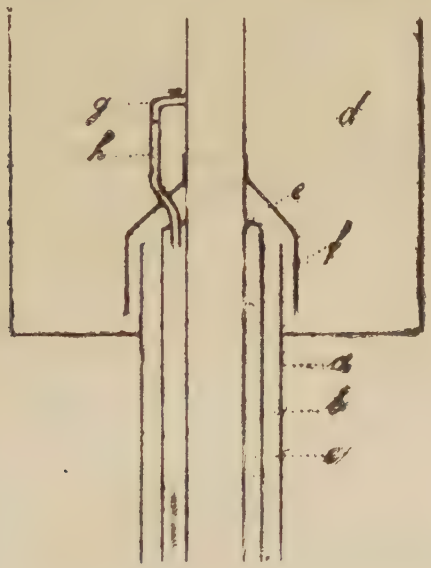
bleibt. Das Bügelrohr ist ein gewöhnliches Rohr, welches an seinem oberen Ende einen Bügel trägt, an dem es zugleich mit dem angeschraubten Filterrohr durch einen eingelassenen Haken aus der Bohrung herausgezogen werden kann, falls Reparaturen am Filter notwendig sind (Fig. 2).

Figur 2.
a) Bohrohr, b) Bügelrohr, c) Filterrohr, d) Bügel zum Herausziehen des Bügel- und Filterrohrs, e) Gummidichtung gegen Sandauftrieb, f) Muffenverschraubung zwisch. Bügel- und Filterrohr.

Das Bügelrohr muss oben einen Gummiring tragen, der sich an das Bohrrohr fest anlegt, um Eindringen von Sand in dieses zu verhindern, wenn es nicht derartig lang ist, dass es erst oberhalb der Zone des Sandauftriebs endet. Soll das Bohrrohr nicht als Mantelrohr in der Erde stecken bleiben, muss das Filterrohr bis zum Pumpwerk durch andere Rohre verlängert werden, wonach das erste Bohrrohr entfernt werden kann. Reparaturen sind aber in diesem Falle erschwert. Bei Erdschichten, welche sich nach Herausziehen des ursprünglichen Bohrrohres nicht dicht an das Brunnenrohr legen, z. B. bei Lehm, ist das Herausnehmen des ersteren direkt gefährlich, weil dann um das Brunnenrohr herum ein freier zylindrischer Raum bleibt, in den Tagewässer ohne Weiteres in die Tiefe gelangen können. Bei Erschliessung grösserer Tiefen wird oft mit dünnen Rohren weiter gebohrt, so dass bei tiefen Bohrbrunnen

mehrere, verschieden weite Rohre in den Arbeitsschacht hineinragen können, falls nicht einzelne der Kostenersparnis halber nachträglich wieder herausgezogen sind, was nur bei günstigen Bodenverhältnissen (siehe oben) zu billigen ist. Das innerste dieser frei im Arbeitsschacht endenden Rohre ist dasjenige, welches das Wasser fördert, also das eigentliche Brunnenrohr. Da man bei Bohrbrunnen nur Wasser aus der Tiefe schöpfen will, müssen die Muffenverschraubungen zwischen den einzelnen Rohrstücken vollständig dicht sein. Rohrstücke ohne Schraubengewinde sind daher unzulässig. Das obere Ende des wasserführenden Rohres kann nun entweder an ein gleich weites Saugrohr mittelst Flanschen — unter Massregeln, die den für den Pumpbetrieb nötigen Luftzutritt ermöglichen, — angeschlossen werden oder es endet frei im Arbeitsschacht, so dass das Saugrohr (mit Arbeitszylinder, Steigrohr) eingesetzt werden kann. Das hier im Arbeitsschacht endende Brunnenrohr bedeutet aber für ein bis dahin einwandsfrei gefördertes Grundwasser eine grosse Gefahr, da eine Infektion von oben her durch das ungeschützte Ende des Rohres leicht möglich ist. Um eine solche zu verhindern, muss das wasserführende Brunnenrohr wenigstens soweit in den Arbeitsschacht hinaufreichen, dass der Zutritt von Schmutzwasser des Arbeitsschachtes oder von ungenügend filtriertem, besonders oberen Grundwasser, selbst bei dessen höchstem Stande, in das Brunnenrohr unmöglich ist. Gegen das Eindringen kleiner Tiere muss das obere Ende dieses Rohres durch feine Siebe geschützt werden (Siebschutz), ferner muss das frei in den Arbeits-

schacht ragende Ende des Brunnenrohres vor dem Eindringen von Staub, verspritzten Tagewässern und dergl. in ausgiebigster Weise behütet sein. Wasser- und keimdicht an das Pumpenrohr befestigte Kappen aus Zinkblech, welche die freien, in den Arbeitsschacht hineinragenden Enden aller Rohre mit genügendem Ueberfall (Fig. 3) überdecken, sind in keinem Fall zu ent-



Figur 3.

a) Mantelrohr,
b) Brunnenrohr,
c) Pumprohr,
d) Arbeitsschacht,
e) Siebschutz gegen kleine Tiere,
f) Ueberfallkappe aus Zinkblech,
g) Frosthahn,
h) Frostrohr im Brunnenrohr endigend.

behren. Durch eiserne Träger, welche das Pumprohr an der Wandung des Arbeitsschachtes festzuhalten pflegen, wird das freie Ende des Brunnenrohres oft

überdeckt und die Anbringung der „Ueberfallkappen“ erschwert. Trotzdem muss auf deren Anbringung gedrungen werden. Damit die Pumpen im Winter nicht einfrieren, sind Ablasshähne am Pumprohr, die sogenannten Frosthähne, nicht zu entbehren. Das vom Frosthahn abfliessende Wasser darf aber nicht in den Arbeitsschacht laufen, sondern wird zweckmässig mittelst Bleirohrs (Frostrohrs) in das Brunnenrohr zurückgeleitet. Dieses Bleirohr muss eventuell durch die Ueberfallkappe oder durch die Flanschenabdichtung durchtreten, wobei zu beachten ist, dass die entsprechenden Durchtrittsstellen keimdicht abschliessend hergestellt werden. Ein Einlaufen des „Frostwassers“ in die Kanalisation muss Bedenken erregen, da von dort aus bei Rückstauungen Infektionen des Brunnens möglich sind. Bei seitlich in grosser Entfernung vom Brunnen stehenden Pumpen wird zwar die Zurückleitung des „Frostwassers“ in das Brunnenrohr längs des die Pumpe speisenden „Schlepprohrs“ — bei nachträglicher Ausführung dieser Massnahmen — kostspielig sein, in der Regel aber den einzig hygienisch richtigen Ausweg bedeuten. Ein direktes Einmünden des Frostrohres in das Schlepprohr ist technisch unzulässig, weil es den Pumpbetrieb erheblich stören müsste. Sobald der Untergrund unter dem Arbeitsschacht der Pumpe sehr durchlässig ist, kann versucht werden, das Frostrohr in dieses Erdreich in einer Tiefe von 4—5 m unter Tage enden zu lassen, sobald sich dort keine undurchlässige Erdschicht vorfindet. Immerhin kann aber bei einer solchen Massregel durch unberechenbare Zufälle eine Unterspülung des Erdreichs

unterhalb des Arbeitsschachts bewirkt werden, die höchst unangenehme Folgen haben könnte. Die Einleitung des Frostrohrs in die Brunnenrohre wird stets die beste Lösung dieser Frage darstellen.

Dauernd offenstehende „Frostlöcher“ in den Rohren sind unzweckmässig, erschweren das Pumpen und können nicht sicher vor Schmutz u. s. w. bewahrt werden. Jeder Arbeitsschacht — gleichgültig ob er über der Tiefbohrung oder unter der seitlich aufgestellten Pumpe steht oder zwischen Leitungen zur Anbringung von Abzweigungen oder Rückschlags- bezw. Rückfallventilen eingeschaltet ist, muss rein, frei von jedem Schmutzwasser und am besten ebensogut abgedeckt sein, wie es bei den Kesselbrunnen erörtert ist. Jeder Arbeitsschacht sollte feste Zementauskleidung erhalten, damit er wasserdicht bleibt. Wenn er sicher eingedeckt und gut bewacht wird, ist die hygienisch bedenkliche Anbringung eines Entwässerungsrohrs, das durch Rückstauungen im Bereich der Kanalisation eine Gefährdung des Brunnens herbeiführen könnte, stets entbehrlich. Arbeitsschächte über der Tiefbohrung bilden aber für das bis dahin einwandsfreie, aus der Tiefe geförderte Wasser eine Gefahr, da selbst die besten Schutzmassregeln trotz fortgestetzter Kontrolle mal versagen können. Da man den Frostbahn von Erdbodenhöhe aus mittelst einer Stange stellen kann, die sich in einem dünnen Rohr bewegt, ist ein Arbeitsschacht über Tiefbohrungen oder auch unter Pumpen überhaupt entbehrlich. Die Techniker pflegen jedoch auf solche Arbeitsschächte wegen der leichten Ausführung von Reparaturen an den

Brunnenteilen Wert zu legen. Wo maschinelle Teile Aufnahme finden oder wo bei längeren Schleppleitungen Rückschlag- oder Rückfallventile angebracht werden müssen, sind Arbeitsschächte jedoch nicht zu entbehren.

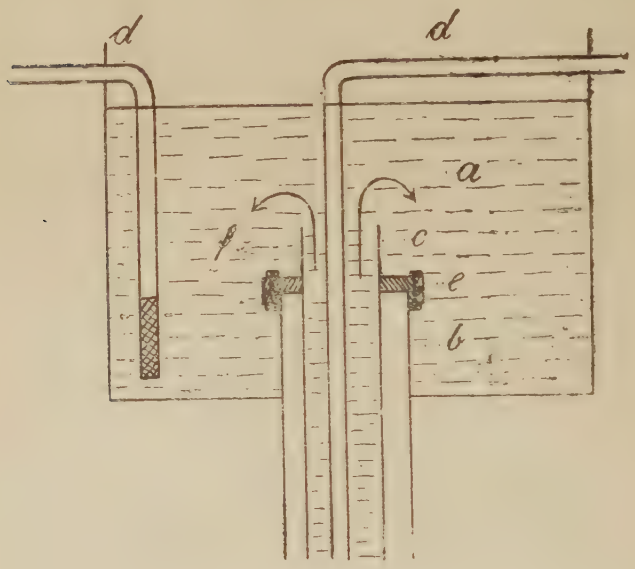
Bohrbrunnen mit Sammelschacht.

Wenn das Grundwasser unter artesischem Druck steht oder wenn der Zufluss so schwach ist, dass der Wasserbedarf in den Hauptentnahmezeiten nicht gedeckt werden kann, wird das Wasser aus dem Brunnenrohr in einen, dessen oberes Ende umschliessenden „Sammelschacht" geleitet, um aus diesem oder aus dem Brunnenrohr selbst mittelst eines Pumprohres entnommen zu werden. Diese Sammelschächte haben viele Nachteile mit den Kesselbrunnen gemeinsam, sind hygienisch bedenklich, da sich derartig grosse, bis an oder über Erdhöhe reichende Reservoire nicht leicht keimdicht herstellen lassen und Verunreinigungen von allen Seiten ausgesetzt sein können. Wenn irgend möglich, ist die Entnahme direkt aus dem Brunnenrohr anzustreben und der Sammelschacht aufzugeben. Da jedoch bei geringer Ergiebigkeit des Brunnens ein Pumpen direkt aus dem Brunnenrohr unter Aufgabe des Sammelschachtes oft schwer durchführbar, eine Aenderung der Anlage daher nicht immer möglich sein wird, bedürfen solche Brunnen die gleiche peinliche Ueberwachung wie Kesselbrunnen und sind auch ebenso wie diese vor Verunreinigungen zu schützen (siehe dort). Unter keinen Umständen darf auf die seitliche Aufstellung der Pumpe nebst Gully (8—10 m weit vom Brunnen) verzichtet werden, damit

die Umgebung des Sammelschachtes womöglich ganz vom Verkehr abgesperrt werden kann. Durch die Gullys sind die Brunnen oft noch mehr gefährdet als durch benachbarte Gruben oder Schmutzlöcher. Es besteht die leidige Gewohnheit, dass man an derselben Stelle, an der Trinkwasser geschöpft werden soll, auch das Schmutzwasser ausgiesst, beschmutzte Wäsche und Kleider reinigt, wodurch ein Verspritzen höchst verdächtigen Wassers, mit dem oft genug Nachtgeschirre oder Stechbecken von Kranken abgespült sein werden, in der nächsten Nähe des Brunnens stattfindet (J a e g e r). Auch Uringefässe werden oft genug direkt in den Gully entleert. Welcher Gefahr ein schlecht geschützter Brunnen in einem Gehöft, welches Typhusrekonvaleszenten mit Typhusbazillen im Harn oder auch nur ambulante Typhuskranke beherbergt, durch die erwähnte Unsitte ausgesetzt sein kann, ist ohne weiteres ersichtlich. Das Material der Gullys pflegt auf die Dauer nie dicht zu halten. Wenn die Gullys erst in der Erde sitzen, werden Undichtigkeiten schwer festzustellen sein und in der Regel erst, nachdem eine Infektion des benachbarten Brunnenwassers stattgefunden hat, erkannt werden. Bei sehr tiefen Brunnen mit Sammelschacht kann eine seitliche Aufstellung der Pumpe Schwierigkeiten der Wasserförderung bedingen. Durch Anbringung besonderer Saug- und Druckpumpen lässt sich hier aber immer ein Ausweg finden.

Sehr ergiebige Sammelschächte pflegen in der Regel auch entfernter liegende Wasserentnahmestellen zu speisen. Eine solche Speisung ist aber nur zulässig, wenn sie

durch Schlepp- bezw. durch Saugleitungen geschieht (Fig. 4). Ueberlaufleitungen, bei denen das Wasser durch eigenes Gefälle aus dem Sammelschacht in einen zweiten gelangt, um hier erst gepumpt zu werden, sind ver-



Figur 4.

a) Sammelschacht, b) Mantelrohr. c) Brunnenrohr, d) Schlepprohr, e) Flanschenabdichtung am freien Ende des Mantelrohrs, damit durch Einlaufen von Wasser das eigentliche Brunnenrohr nicht unnütz umspült wird, f) artesischer Zulauf.

werflich, da sie stagnierendes Wasser liefern, das in der Regel auch sehr keimhaltig sein wird. Derartige Leitungen sind durch Schleppleitungen zu ersetzen, welche direkt aus dem Sammelschacht oder aus dem Brunnenrohr ihr Wasser beziehen.

B. Kesselbrunnen.

Die gefährlichste Art der Einzelversorgung sind die Kesselbrunnen. Sie stehen in der Regel im Bereich der bakterienhaltigen Erdzone und können von allen Seiten einer Verunreinigung zugänglich sein. Einwandsfrei sind Kesselbrunnen nur dann, wenn das umgebende Erdreich gut filtriert oder aus undurchlässigen Schichten besteht und wenn Verunreinigungen jeder Art, besonders Tage- und Spülwässer vom Brunnen und seiner Umgebung sicher ferngehalten werden. Kesselbrunnen unter- oder innerhalb von Häusern und Ställen, in denen das Erdreich unter dauernden Verschmutzungen steht und daher sehr bald seine Filterkraft einbüssen muss, sind sehr bedenklich und sollten ohne weiteres aufgegeben werden, da sich ein wirksamer Schutz der Brunnen auf die Dauer trotz umfangreicher und kostspieliger Massregeln nicht erreichen lassen wird. An Kesselbrunnen, welche in einer an und für sich einwandsfreien Umgebung stehen, würden zunächst folgende allgemeine Anforderungen zu stellen sein, die erfüllt sein müssen, um die durch den menschlichen Verkehr bedingten Gefahren fernzuhalten.

Die Wandungen des Kessels dürfen nie aus Holzbohlen, sondern nur aus Steinen hergestellt sein, die mit Zementmörtel unter sich fest verbunden sind. Ein Ausstopfen der Fugen zwischen den Steinen, wenn Wasser durch die Kesselwand seitlich durchtreten soll, mit Moos, Lumpen und dergl. ist unzweckmässig, da das Wasser diese Stoffe auslaugt und daher unnötig verschlechtert

wird. Oben offene Kessel, aus denen Wasser mit Eimern oder Gewinden geschöpft wird, sind zu verwerfen. Eine sorgfältige, keimdichte Abdeckung des Kessels nach oben ist unbedingt erforderlich, daher darf man die Kessel nie mit den stets unsicher schliessenden Holzbohlen, sondern nur mit Stein-, Zementguss-, Kunststein- oder Eisenplatten bedecken. Die in Kesseln oberhalb des Wasserspiegels meist zu Reparaturzwecken vorhandenen, auf Holzstangen ruhenden Bohlenbeläge sind ebensowenig zweckmässig und möglichst durch eiserne, auf eisernen Trägern ruhende Platten zu ersetzen. Aus den Eingangs erwähnten Gründen muss ein Kesselbrunnen mindestens in gewachsenem Boden 4 m, in grobporigem 8 m hinabreichen.

Dabei ist aber zu bedenken, dass das Erdreich schon beim Brunnenbau durch den überstehenden Brunnenkranz aufgelockert worden ist, dass also um den Kessel herum fast stets „durchwühlter", schlecht filtrierender Boden vorhanden ist, ferner wird selbst der beste Zementmörtel, der den keimdichten Abschluss zwischen den Fugen der gemauerten Kesselwandung herbeiführen soll, durch Wasser schliesslich angegriffen. Damit die Kessel von unten her nicht versanden, trägt die Kesselsohle in der Regel eine mehr oder weniger dicke Kiesschüttung, die jedoch zur direkten Verbesserung des Wassers nicht beitragen kann. Die oberste Wasserschicht im Kessel ist ferner fast stets stagnierend und bietet für Bakterienwachstum und Zersetzungen aller Art günstige Bedingungen. Vom streng theoretischen Standpunkt dürfte man daher Kesselbrunnen nicht zulassen, in der

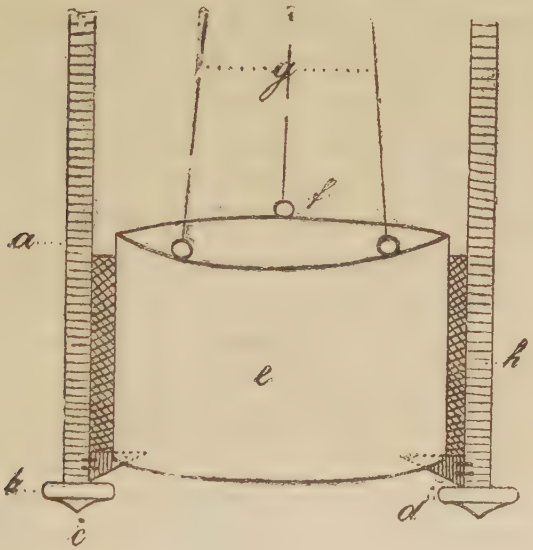
Praxis zeigt sich aber, dass in grossen Landbezirken z. B. in Gebirgsgegenden wegen der Bodenverhältnisse eine andere Wasserversorgung nicht geschaffen werden kann. In solchen Fällen muss also versucht werden, die Kesselbrunnen in möglichst einwandsfreier Weise herzustellen. Erwähnt sei beiläufig, dass der Kesselbrunnen einige, wenn auch nicht sehr wesentliche Vorzüge vor Röhrenbrunnen haben kann: er ist unter Umständen ergiebiger als ein solcher, ferner wird eisenhaltiges Wasser im Kesselbrunnen meist derart gelüftet, dass das Eisenoxydul als Oxyd ausfallen kann. Die Kesselbrunnen bedürfen aber trotz aller Schutzvorrichtungen einer besonders peinlichen Ueberwachung. Ausser den bereits genannten allgemeinen Anforderungen sind im einzelnen noch folgende zu stellen:

1. Die gemauerte Kesselwand ist mindestens 15 cm über Erde zu führen, ferner ist die Umgebung des Brunnens sorgfältig zu entwässern und dabei zu beachten, dass zum Brunnenkessel hin kein Gefälle besteht, das den Zufluss von Tagewässern begünstigt. Innerhalb des Erdreichs müssen die Steine der Kesselwand bei gewachsenem Boden mindestens 4 m tief undurchlässig untereinander abgedichtet sein. Ist der Boden grobporig oder durchwühlt, genügen auch 4 m nicht. Zum Schutz des Kessels von den Seiten her ist die Herstellung einer doppelten gemauerten Wandung und die Ausfüllung des Zwischenraums mit feinem Sande empfohlen worden — eine Massregel, die auf die Dauer keinen genügenden Schutz bieten wird, da die Filtrationskraft der dünnen Sandschicht in mehr oder weniger langer Zeit aufhören

wird und der Zeitpunkt schwer zu bestimmen sein wird, wenn die technisch nicht einmal leicht auszuführende Erneuerung der Sandschicht durchgeführt werden muss. Ferner hat man die Anbringung eines festen Tonschlages um den Kessel herum in einer Breite von 0,5 m empfohlen, wobei sich die Tiefe dieses Tonschlages nach der Bodenbeschaffenheit richten, aber auch bei gewachsenem und gut filtrierendem Boden 4 m betragen muss. Da aber selbst sehr fest gestampfter Ton gelegentlich Risse aufweisen wird, lässt sich ein Schutz der Kesselwand vor Verunreinigungen besser in folgender Weise erreichen. Man stellt am Kesselboden oder tief unten an der Kesselwand zuerst aus Steinen oder aus Eisenplatten, die auf Trägern ruhen, ein festes Lager her und setzt zunächst provisorisch eine etwa 1 m hohe Blechhülse — von der Form des Kessels, oben und unten offen, von etwas kleinerer lichterer Weite als der Kessel — auf dieses Lager und füllt dann den Zwischenraum zwischen Hülse und Kesselwand mit einer eventuell durch Eisengerippe zu stützenden Zementbetonlage aus. Unter allmählichem Hochziehen der Hülse wird dann die ganze Innenwand des Kessels mit einer auf dem festen Lager am Kesselboden ruhenden und der Kesselwand eng anhaftenden Zementschicht ausgekleidet, wonach dann die Hülse wieder entfernt wird (Fig. 5).

2. Die Abdeckplatte muss keimdicht an die Kesselwand angeschlossen sein und darf abgesehen von dem Mannloch (siehe unten) kein anderweitiges Loch haben. Da die Durchtrittsstelle der Pumpe durch die Abdeckplatte, selbst wenn die Pumpe mittelst einer besonderen

Schraubenvorrichtung aufgeschraubt ist, infolge der Erschütterungen bei den Pumpenstössen niemals bakteriendicht bleiben kann und die besten Abdichtungen (Leder, Blei, Zement) schliesslich versagen werden, muss bei



Figur 5.

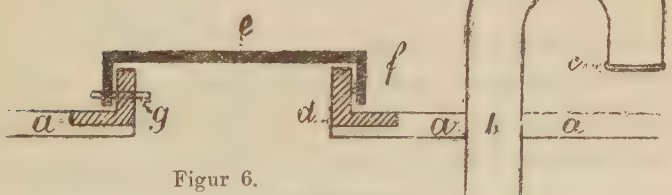
a) Kesselwandung,
b) Brunnenkranz,
c) Schneide,
d) Stein- oder Eisenlager,
e) zylindrische Blechhülse,
f) Ringe zum Hochziehen,
g) Ketten zum Hochziehen,
h) Zementbetonausfüllung zwisch. Hülse und Kesselwandung

jedem Kessel die seitliche Aufstellung der Pumpe in 8—10 m Entfernung vom Kessel durchgeführt werden, damit auch der Gully den nötigen Abstand hat und das Betreten der Kesselabdeckung und seiner nächsten Umgebung möglichst ganz verhindert wird. Bei älteren Kesselbrunnen, bei denen die Pumpe direkt über dem

Kessel steht und ein eisernes Pumprohr die Anbringung eines Frosthahns notwendig machte, findet man vielfach neben dem Pumpenstock in der Abdeckung ein grosses Loch, durch welches eine für das Stellen des Frosthahns bestimmte Stange mit Griff hindurchtritt. Derartige Löcher sind natürlich, abgesehen von ihrer hygienischen Bedenklichkeit, ganz überflüssig, da der Frosthahn auch von der Einsteigeöffnung in der Abdeckplatte (siehe unten) aus gestellt werden kann. Durch seitlich aufgestellte Pumpen wird auch dieser eben erwähnte Uebelstand mit beseitigt. Dass die Pumpenstöcke — schon wegen der grösseren Haltbarkeit — am besten aus Eisen hergestellt werden, bedarf kaum der Erwähnung. Die Schleppleitungen zu den Pumpen müssen frostfrei in einem festgestampften Tonschlag liegen; die Durchtrittsstelle der Schlepprohre durch die Kesselwand muss bakteriendicht abgedichtet sein. Unter der seitlich aufgestellten Pumpe mit dem Schlepprohrende darf ein zementierter kleiner Arbeitsschacht errichtet werden, in dem auch der Frosthahn anzubringen ist; das von diesem sich abzweigende Bleirohr (Frostrohr) wird am besten längs der Schleppleitung in den Kesselbrunnen geleitet; bei günstigen Bodenverhältnissen (siehe oben) ist im Notfall auch die Einleitung des Frostrohrs in den Boden unter dem Arbeitsschacht der Pumpe zulässig. Dass Ueberlaufleitungen von Kesselbrunnen in einen zweiten Kessel oder Sammelschacht verwerflich sind, ist bereits bei der Besprechung der Bohrbrunnen mit Sammelschacht ausgeführt worden.

3. Falls man nicht das Einsteigen in den Kessel,

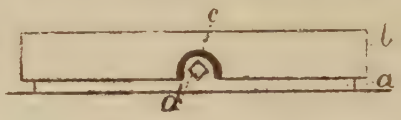
auf welches wegen der Notwendigkeit der inneren Besichtigung der Kessel nicht verzichtet werden darf, durch einen seitlich am Kessel stehenden und mit diesem verbundenen kleinen Arbeitsschacht (siehe unten) bewerkstelligen kann, muss in der Abdeckplatte des Kessels eine Einsteigevorrichtung (Mannloch) vorgesehen sein. Der notwendige keimdichte Abschluss dieses Lochs ist zu erreichen, wenn es von einem in Zement eingelassenen, eisernen Rahmen eingefasst wird, der wenigstens 10 cm über die Abdeckplatte ragt, an keiner Stelle ein Loch oder einen Einschnitt hat und durch einen Eisendeckel mit Ueberfallrändern (nach Art der Doppelschalen für Bakterienkulturen) ohne jedes Loch bedeckt ist (Fig. 6). Die Befestigung des Deckels an der Mannlocheinrahmung mittelst der bekannten Stellschieber ist wenig zweckmässig, da man diese mit jedem Drücker



Figur 6.
a) Abdeckplatte des Kesselbrunnens, b) Lüftungsrohr, c) Siebschutz, d) Mannlocheinrahmung aus Winkeleisen, e) Mannlochdeckel ohne Loch mit Ueberfallrändern, f) Scharnier, g) Stellschiebervorrichtung.

öffnen kann. In der Regel lockert sich ein derartiger Verschluss so schnell, dass ein Aufdrehen mit der Hand ohne jedes Werkzeug möglich ist. Einen gewissen Schutz

gegen unbefugtes Oeffnen geben lange, am Mannlochdeckel fest angenietete, halbzylindrische Eisenkappen, welche das Ende der Schiebervorrichtung so weit überdecken, dass ein Aufdrehen des Schiebers nur durch Drücker (Drei- oder Vierkants) mit langem Griffe möglich ist (Fig. 7). Zweckmässig ist die Anbringung von je zwei eisernen Griffen am Mannlochdeckel bezw. der Mannlocheinrah-



Vorderansicht.

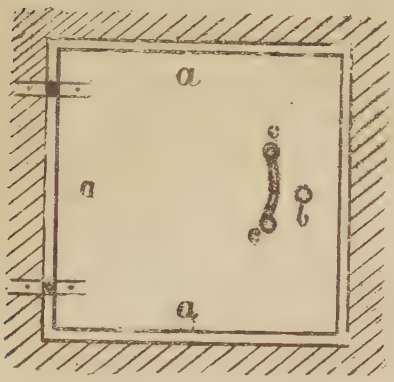
Seitenansicht.

Figur 7.
a) Mannlocheinrahmung, b) Ueberfallrand des Mannlochdeckels, c) halbzylindrische Eisenkappe, d) Stellschieber.

mung, die durch eine sichere, vor Verrosten oder unbefugtem Abbrechen zu schützende Vorrichtung zusammengeschlossen werden können; an Stelle eines solchen Griffepaares kann an einer Seite der Einrahmung ein sicheres Scharnier zwischen Deckel und Rahmen zugelassen werden.

Die in Figur 8 dargestellte, sehr verbreitete Mannlochplatte, welche in gleicher Höhe, oft sogar tiefer wie die Abdeckplatte des Kessels liegt und ausser den Randfugen mehrere Löcher für Stellschlüssel und für einen beweglichen Handgriff hat, muss auf jeden Fall durch

eine einwandsfreie Eindeckung ersetzt werden. Damit das Einsteigen in die Kesselbrunnen erleichtert wird, müssen die Kesselwandungen eiserne Steigeisen oder Leitern tragen, die den der Vermoderung ausgesetzten, auf dem Kesselboden oder auf Bohlen- bezw. Eisenbelägen oberhalb des Wasserstandes stehenden Holzleitern



Figur 8.
Fehlerhafte Mannlocheindeckung (nach Kraschutzki).
a) Fugen zwischen Mannlochplatte und Abdeckplatte des Kessels,
b) Schlüsselloch,
c) Löcher, in welche ein beweglicher Handgriff eingelassen ist.

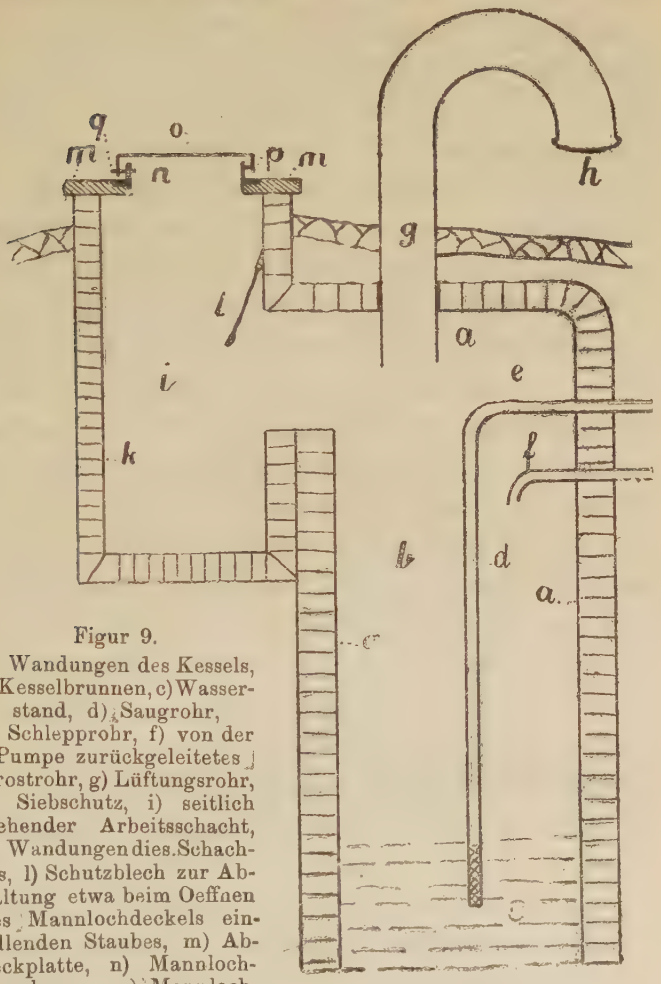
unbedingt vorzuziehen sind. Um eine Lüftung des Kessels zu ermöglichen, muss ein Lüftungsrohr durch die Abdeckung nach aussen gelangen, dessen freistehendes Ende zum Schutz gegen das Eindringen bakterienhaltiger Stoffe umgebogen ist (J a e g e r), auch einen Siebschutz gegen das Eindringen kleiner Tiere erhalten muss. Das Lüftungsrohr kann entweder im Mannlochdeckel oder an einer anderen beliebigen Stelle der Abdeckplatte des Kessels sich befinden, nur muss die Durchschnittsstelle des Rohres bakteriendicht schliessen.

Wenn irgend angängig, sollte man die Einsteigevorrichtungen, welche direkt über dem Wasserspiegel der Kessel sich finden, beseitigen, da bei jedem Oeffnen

der Mannlochdeckel Staub in das Wasser fallen wird und bei sehr starkem Platzregen trotz der besten Mannlochdeckel Verunreinigungen möglich sind. In dieser Hinsicht hat Lueger[20]) schon vor Jahren vorgeschlagen, neben dem oberen Rand des Kessels einen kleinen Arbeitsschacht anzulegen, durch den man von der Seite her in den Kessel gelangen kann. Beim Oeffnen des Mannlochdeckels wird Schmutz oder Staub niemals in den Kessel selbst, sondern nur in dem seitlichen Arbeitsschacht fallen können. Dass dieser wasserdicht hergestellt sein und eine ebenso einwandsfreie Eindeckung mit Mannloch erhalten muss, als wenn die Einsteigevorrichtung sich direkt über dem Wasserspiegel befände, ist selbstverständlich. Bei seitlich angebrachten Arbeitsschächten können die Kessel selbst oben wasserdicht zugemauert und demnächst mit Lehm überschüttet bezw. überpflanzt werden. Durch Anbringung von Gittern um die so geschützten Kessel kann der gefährliche menschliche Verkehr ganz ferngehalten werden (Fig. 9). Durch Ueberschüttung des Kessels wird auch eine grössere Gleichmässigkeit der Wassertemperatur erreicht.

Allerdings fällt bei diesem seitlichen Zugang nicht so viel Licht in den Kessel, dass man die Wandungen und das Kesselinnere ohne künstliche Beleuchtung besichtigen könnte. Bei Einschaltung von dicken Glasplatten in die Uebermauerung des Kessels und Freilassung des Raumes über der Glasplatte würde zwar genügend Licht in den Kessel treten, doch ist eine Beschädigung des Glases durch auffallende Steine und

dergl. auch durch Schutzgitter kaum zu verhindern, ausserdem dürfte bei Frost leicht ein Zerspringen der



Figur 9.
a) Wandungen des Kessels, b) Kesselbrunnen, c) Wasserstand, d) Saugrohr, e) Schlepprohr, f) von der Pumpe zurückgeleitetes Frostrohr, g) Lüftungsrohr, h) Siebschutz, i) seitlich stehender Arbeitsschacht, k) Wandungen des Schachtes, l) Schutzblech zur Abhaltung etwa beim Oeffnen des Mannlochdeckels einfallenden Staubes, m) Abdeckplatte, n) Mannlocheinrahmung, o) Mannlochdeckel, p) Scharnier, q) Stellschieber.

Glasplatten eintreten, sodass der Vorteil des völlig keimdichten Abschlusses der Kessel nach oben verloren

gehen würde. Eine Ueberschüttung der Kessel ohne die Möglichkeit seitlich in den Kessel zu gelangen, erschwert den Zutritt zum Kessel und bedingt für jede Kesselbesichtigung ein Aufreissen der bedeckenden Schichten. Solche Besichtigungen sollten aber möglichst oft vorgenommen werden und sich besonders auf die Feststellung erstrecken, ob Schmutzstreifen an den Wänden sich vorfinden, die an der Durchtrittsstelle von ungehörigen Zuflüssen beginnen. Sind diese eisenhaltig, werden die Streifen gelbrötlich, sind sie kalkhaltig, werden sie weiss, im Uebrigen schmutzig grau, klebrig sein. In alten vermoderten, bemoosten Kesseln sind solche Schmutzstreifen schwer zu erkennen. Dann muss ein Ausweissen der Kesselwandung erfolgen, wonach die Streifen sehr bald in die Erscheinung treten werden.

4. Die Anbringung von Frosthähnen kommt bei Kesselbrunnen nur für die seitlich stehenden, durch Schleppleitungen gespeisten Pumpen in Frage, da Pumpen, die über den Kesseln selbst stehen, nicht geduldet werden dürfen. Für die Ableitung des aus den Frosthähnen ablaufenden Wassers gilt das bei der Besprechung der Röhrenbrunnen Gesagte. Am besten ist auch hier, das „Frostwasser" in die Kessel zurückzuleiten, wobei darauf zu achten ist, dass es direkt auf den Wasserspiegel des Kessels geleitet wird, damit eine Abspülung der meist verwitterten und schmutzigen Kesselwände verhindert wird.

Bei Kesselbrunnen, die einer Verunreinigung von oben bezw. von den Seiten her ausgesetzt sind, kann man nach Kraschutzki [15]) auf folgende Art versuchen, die Verunreinigungen fern zu halten:

a) Oberhalb des höchsten Grundwasserstandes, aber unterhalb der keimhaltigen Erdzone (4 m) wird der untere Teil des Kessels durch Ueberwölbung oder durch eine Eisenplatte abgeschlossen, die nur eine Oeffnung für das eiserne Entnahmerohr (Schlepprohr) und zum Einsteigen besitzen darf. Der Raum oberhalb der Eisenplatte oder Ueberwölbung wird mit feinem Sand völlig ausgefüllt.

b) Der unterste Teil des Kessels wird mit grobem Kies bis zum höchsten Wasserstand gefüllt, darüber kommt erst feiner Kies, dann grober, schliesslich feiner Sand; letzterer muss bis an die Kesseleindeckung heranreichen und mindestens eine Stärke von 2 m haben. Der wirksame Schutz wird durch die feine Sandschicht erreicht, während die darunter liegenden Schichten nur zur Lagerung des feinen Sandes dienen. Die Wassermenge wird allerdings durch das Volumen des groben Kieses vermindert und der Brunnen dadurch in eine Art Röhrenbrunnen umgewandelt, falls das Pumprohr aus Eisen war.

Wenn das Grundwasser bei ungünstigen Bodenverhältnissen (grobem Kies, Erdspalten) und bei anhaltender Verschmutzung des Bodens schon verunreinigt von unten her in den Kessel eintritt, können die bisher genannten Schutzmassregeln nicht dazu ausreichen, das Wasser von den gefährlichen Beimengungen zu befreien. Lässt sich durch eine Tiefbohrung besseres Wasser nicht erhalten, muss für anderweitige Wasserversorgung z. B. Anschluss an zentrale städtische Wasserleitungen gesorgt werden. Nach Durchführung einer

Tiefbohrung im Bereich des Kessels darf dieser in der bisherigen Verfassung nicht bestehen bleiben, sondern muss nachträglich so behandelt werden, wie es für die Arbeitsschächte, d. h. die nicht zur Aufspeicherung von Trinkwasser dienenden Schächte, angegeben ist.

Für die Besichtigung der Kesselbrunnen kommt noch in Betracht, dass häufig vom Kesselboden aus Sickerrohre in die Tiefe gehen, um noch weitere Bodenschichten nutzbar zu machen. In hygienischer Beziehung sind solche Sickerrohre bedeutungslos, können aber die Beurteilung eines Brunnens erschweren, indem sie eine Tiefbohrung vortäuschen.

C. Die von Kessel-, Bohrbrunnen u. s. w. gespeisten Leitungen nebst den zu den Leitungen gehörenden Entnahmestellen.

Ueber die Beschaffenheit der Schleppleitungen zu seitlich aufgestellten Pumpen ist oben schon das Nötige erörtert worden. Bei den durch Hand-, Göpelbetrieb oder Maschinen gespeisten Leitungen aus Brunnen spielt vor allem die Dichtigkeit der Verbindungen zwischen den Röhren und das Rohrmaterial eine Rolle. Die Röhren müssen selbst völlig bakteriendicht und auch an ihren Verbindungsstellen ebenso abgedichtet sein, da sie nicht in einwandsfreien Erdschichten usw. liegen werden. Die Art der Verteilung der Röhren — ob Verästelungs- oder Zirkulations-Kommunikationssystem bezw. eine Vereinigung beider Systeme — spielt in hygienischer Hinsicht keine wesentliche Rolle. Als Rohrmaterial empfiehlt sich Eisen,

für Hausanschlüsse Blei mit Zinnmantel. Letzterer soll verhindern, dass bei sehr weichem Wasser mit viel freier oder halbgebundener Kohlensäure in den Zeiten, in denen das Wasser längere Zeit in den Röhren steht, wie z. B. Nachts, ein Angriff des Bleis durch das Wasser stattfindet. Bei längeren Leitungen gehen die Abzweigungen der Rohre meist in kleinen Arbeitsschächten vor sich, die ebenso zu beurteilen sind, wie die früher geschilderten Arbeitsschächte über Brunnen oder unter seitlich stehenden Pumpen und ebenfalls einer Ueberwachung unterliegen müssen. Wenn z. B. ein Rohrstrang nicht mehr benutzt oder eine durch Schleppleitung gespeiste Pumpe aufgegeben wird, können die zugehörigen Arbeitsschächte leicht vergessen werden. Nach Abnahme der Pumpvorrichtung wird ein solcher Schacht vielfach sich selbst überlassen, vermodert oder wird schliesslich mit Unrat aller Art angefüllt. Ist in solchen Fällen das Schlepprohr bestehen geblieben, wird es leicht vorkommen können, dass von einem verwahrlosten und vergessenen Arbeitsschacht aus eine Infektion der Brunnen bezw. des in den zugehörenden Leitungen kreisenden Wassers stattfindet. Bei jeder Besichtigung einer Wasserversorgungsanlage muss daher genau nachgesehen werden, wieviel Rohrleitungen vom Brunnen ausgehen bezw. in diesen münden. Es muss jede einzelne dieser Leitungen dann bis zu ihrem Ende verfolgt und dafür Sorge getragen werden, dass unbenutzte Schächte gut zugeschüttet, die zugehörigen Schlepprohre herausgenommen und die Durchtrittsstellen der Rohre durch die Wandungen der Kesselbrunnen usw. keimdicht gefüllt werden.

Wenn Trinkwasser in Reservoirs auf die Hausböden gepumpt wird, damit für Hausleitungen der nötige Druck zustande kommt, müssen diese grossen Wasserbehälter bakteriendichte Wandungen und Deckel erhalten und ausserdem durch Lattenverschläge vor unberufenem Zutritt bewahrt bleiben. Man stellt diese Behälter am besten aus Eisen her und schützt sie durch Holzbohlenbeläge gegen Kälte. Der Abschluss nach oben muss durch Deckel mit Ueberfallrändern nach Art der Mannlochdeckel, z. B. Holzdeckel, die völlig — auch an den Rändern — mit Zinkblech ausgeschlagen sind, erfolgen. Eventuell sind umgebogene Lüftungsrohre durch die Deckel zu führen. Diese dürfen im übrigen kein Loch haben und müssen am Wasserkasten durch Schlösser befestigt werden können. Die Wasserstandsanzeiger müssen sicher arbeiten, damit ein Ueberlaufen möglichst verhindert wird. Gegen besondere Rohre, welche das Ueberlaufwasser einwandsfrei ableiten, ist nichts einzuwenden.

Gefährdet sind die Hausleitungen durch die Nähe der Klosets und Kanalisationsröhren. Es sei in dieser Beziehung an die von Prieforⁱ) beschriebene Epidemie in Saarbrücken erinnert, wo nach Rohrbruch durch Rückstauung vom Kloset aus eine Infektion der Wasserleitung erfolgte, die zu Erkrankungen von Typhus und Paratyphus Anlass gab. Der Spülkasten eines Klosets war zu einer Zeit gezogen worden, als in der Leitung negativer Druck herrschte. Ein positiver Druck ist nur dann zu erwarten, wenn Wasserdruck, Länge und lichte Weite der Rohre, Weite, Zahl und Inanspruchnahme der Zapfstellen in einem bestimmten harmonischen Verhältnis

stehen. Aendert sich dies Verhältnis z. B. durch Verminderung der lichten Weite der Rohre durch Eisenniederschläge infolge von Wasserstagnation, dann kann zur Unzeit negativer Druck herrschen, der sich in der Regel einer Kontrolle entzieht. Nach Priefer[24]) ist eine solche sehr wohl durchzuführen, wenn die Rohre Abzweigungen mit Rückschlagsventilen erhalten, die in eine Flasche mit abgekochtem Wasser führen, welches zum Schutz gegen Verdunstung mit reinem Oel bedeckt ist. Bei negativem Druck wird sich das Wasser in diesen Kontrollflaschen vermindern, der betreffende Rohrabschnitt muss dann sofort von der allgemeinen Leitung abgesperrt werden, namentlich wenn die Klosetspülungen ohne Zwischenschaltung von Wasserkästen vor sich gehen. Bei Neuanlagen bringt man zweckmässig an den Leitungsrohren in bestimmten Abständen Ansatzstücke an, um nötigenfalls zur Reinigung oder Desinfektion des Rohrnetzes Dampf usw. einleiten zu können.

Besondere Beachtung verdienen ferner die in die Leitungen eingeschalteten Druckständer (Ventilbrunnen), welche man nicht nur bei zentralen Wasserversorgungen grösserer Gemeinwesen, sondern auch in Fabriken, Kasernen, grösseren Anstalten aller Art, die eine eigene, mit Druck betriebene Wasserversorgung besitzen, anzutreffen pflegt. Die Druckständer könnten zwar durch die hygienisch ganz einwandsfreien Hähne, welche durch die Leitungsrohre gespeist werden und sich an den Innenwänden der Häuser oder deren Aussenmauern befinden (Hofhähne) ersetzt werden, doch ist es für Feuerlösch- oder andere Zwecke wünschenswert, auch ausser-

halb der Häuser auf den Höfen usw. Wasserentnahmestellen in Gestalt von Druckständern zur Verfügung zu haben. Das Prinzip, nach dem diese frostfreien Druckständer zu beurteilen sind, ist von Plagge[23]) in einer mustergültigen Arbeit festgelegt worden, auf welche in bezug auf Details verwiesen werden muss. Nach Plagge sind nur solche Systeme zulässig, bei denen der „Schacht", d. h. der im Erdreich steckende, senkrecht auf das zuleitende Rohr der Wasserleitung gesetzte Teil, und die „Säule", das über Erde stehende Ende des Druckständers aus einem Stück bestehen. Dieser Forderung kommen die neuen Druckständermodelle der Firmen: Bopp und Reuther-Mannheim, Pörringer u. Schindler-Zweibrücken, A. L. G. Dehne-Halle a. d. S., Dreyer, Rosenkranz u. Droop-Hannover, der Maschinenfabriken: vorm. Brauer u. Co.-Höchst, vorm. J. A. Hilpert-Nürnberg, C. Louis Strube-Magdeburg, des Guss- und Armaturwerks A.-G. Kaiserslautern u. a. nach. Letztgenannte Firma hat kürzlich durch Anbringung eines Lufteinlasses in der Säule die nach Ventilschluss entstehende Saugwirkung, durch welche von der Mündung des Auslaufsrohrs dort etwa vorhandene Infektionsstoffe in das Wasser der Säule angesaugt werden könnten, zu verhindern gesucht. Im Bereich der Militärverwaltung werden nur die einwandsfreien Modelle der genannten Firmen zugelassen. Bei älteren Wasserversorgungsanlagen wird man aber überwiegend die früheren, verwerflichen Druckständersysteme vorfinden, bei denen Schacht und Säule aus zwei Stücken bestehen und in Erdbodenhöhe zusammengeschlossen sind. Die zur Abdichtung zwischen Schacht und Säule meist eingeschalteten

Vorrichtungen (Leder-, Gummischeiben und dergl.) können aber den Zutritt von Tagewässern oder anderen gefährlichen Verunreinigungen zu dem Druckständer und damit zum ganzen Netz der Wasserleitung auf die Dauer nicht verhindern. Sind mehrere von einer Leitung gespeiste Druckständer vorhanden, so genügt es nicht, sich auf die Besichtigung eines einzigen zu beschränken; jeder einzelne Druckständer stellt ein Ganzes dar, das durch seine Umgebung, durch Gullys, Latrinen, Gruben beeinflusst werden und zur Infektion einer ganzen Leitung Anlass geben kann. Die Umgebung der Druckständer ist stets gut zu entwässern und rein zu halten.

In grösseren Anstalten, Fabriken, welche z. B. in einzelnen Stockwerken keine Wasserleitung besitzen, findet man häufig Bottiche oder Kübel aufgestellt, die mit angefahrenem Trinkwasser gefüllt werden, um den in den Häusern Beschäftigten weite Wege zu Brunnen oder Wasserstellen zu ersparen. Solche Kübel haben meist nur lose aufliegende Deckel, damit das Wasser durch Becher herausgeschöpft werden kann. Derartige Einrichtungen sind nicht einwandsfrei. Auch hier ist bakteriendichte Abdeckung mittelst eines Deckels mit Ueberfallrand am Platze, während das Wasser aus Messinghähnen am Boden des Gefässes entnommen werden muss. Das Gleiche gilt von den Wasserkästen in den Pferdeställen grosser Betriebe z. B. Pferdedepots, berittener Truppen usw., in denen das aus Brunnen oder Leitungen stammende kalte Wasser im Winter vorgewärmt werden soll. Trotz aller Verbote, aus solchen selten rein gehaltenen Behältern zu trinken, wird doch Trinkwasser daraus ent-

nommen, besonders wenn weite Wege zu Brunnen oder Zapfstellen von Leitungen gemacht werden müssen. Am besten sind Zementkästen (mit Eisengerippe), die durch Eisendeckel mit 10 cm breiten Ueberfallrändern in der gleichen Weise abgedeckt sein müssen, wie wir es bei den Mannlöchern der Brunnen gesehen haben. Damit der Deckel zum Oeffnen nicht eingeklappt zu werden braucht, ist es nötig, dass die Zuleitungsrohre an der Hinterwand in den Kasten eintreten, wobei zu beachten ist, dass die Durchtrittsstellen sicher abgedichtet sind. Die Deckel müssen an den Kasten durch sichere Schlösser angeschlossen werden können. Sind leidlich erhaltene Holzkästen vorhanden, so muss darauf bestanden werden, dass sie äusserlich Oelfarbenanstrich und innen Zinkblechauskleidung und einen ebenso ausgekleideten Deckel mit Ueberfallrändern erhalten.

Wenn auch natürlich nicht verhindert werden kann, dass Leute mit mangelhaften hygienischen Kenntnissen in arbeitsfreien Zeiten oder bei Feldarbeiten und dergl. Trinkwasser aus verdächtigen Wasserstellen entnehmen, so muss wenigstens in abgeschlossenen Betrieben (Anstalten, Fabriken, Kasernen usw.) dafür gesorgt sein, dass alle für die Wasserversorgung innerhalb des betreffenden Betriebes in Frage kommenden Anlagen einen bakteriendichten Schutz gegen Infektion des Wassers besitzen. Da z. B. Typhusepidemien infolge Trinkens aus infizierten Wasserbottichen nicht selten vorgekommen sind, sollte jeder Haushaltungsvorsteher in seinem Bereiche zur Schaffung einwandsfreien, auch der Möglichkeit einer

nachträglichen Infektion nicht ausgesetzten Trinkwassers angehalten werden.

D. Quellwasser (freiwillig zu Tage tretendes Grundwasser).

Die Brauchbarkeit hängt von den gleichen Bedingungen ab, wie sie für Grundwasser überhaupt gelten; das Quellwasser darf also beim Durchtritt durch die bakterienhaltige Zone der Erdoberfläche oder beim Austritt aus dem Erdreich nicht nachträglich verunreinigt werden. Zu diesem Zwecke muss die Quelle einwandsfrei „gefasst" sein und zwar in gleicher Weise wie ein Brunnen. Die Fassung kann durch Eisenrohre, Stollen, Bassins oder Brunnenstuben geschehen, die 4—5 m in die Tiefe reichen und einer Reinigung zugänglich sein müssen. Auf die Reinhaltung der Umgebung ist besonders bei schlecht filtrierendem Boden Wert zu legen. Die Anlage muss frostfrei bezw. der Einwirkung der Luftwärme möglichst entzogen sein, eventl. einen Sandfang und Lüftungsvorrichtungen besitzen. Treten nach Regengüssen Trübungen des Quellwassers auf, deutet dies auf gefährliche Zuflüsse hin, dann ist sofortige Abstellung der Schäden nötig.

E. Sammelgalerien.

Diese können bei spärlichem Grundwasser in Frage kommen und bestehen aus Sickergräben (mit Kies- oder Steinschlag), Dränagegräben oder aus Kanälen mit Schlitzen oder offenen Fugen. Alle diese Anlagen müssen mit ihrem Scheitel mindestens 4 m unter Erde angebracht sein d. h. unterhalb der bakterienhaltigen Erdzone. Be-

sondere Beachtung verdienen die Nähe von Flüssen, Gruben, Feldern (Dung!) usw., welche das Wasser beeinflussen können. Die Oberfläche der Sammelgalerien darf nicht betreten oder verunreinigt werden können.

Auf die Beurteilung von zentralen Wasserversorgungen grösserer Gemeinwesen soll nicht eingegangen werden, weil hierüber in hygienischer Beziehung unter den massgebenden Autoritäten volle Einigkeit herrscht. In bezug auf Einzelheiten gelten für grosse Wasserversorgungsanlagen die gleichen Grundsätze, wie sie im Vorstehendem bei der Besprechung der Einzelversorgung hervorgehoben sind.

Wie Eingangs bereits erwähnt, wird die Beurteilung von Brunnen ungemein erleichtert, wenn gelegentlich des Brunnenbaus Bohrprofile angelegt sind und grobschematische Skizzen vorliegen, welche die Einzelheiten der Anlage erläutern können. Bei Brunnenanlagen an fiskalischen Plätzen oder im Verwaltungsbereiche geordneter Gemeinwesen, auch wohl in grösseren Privatbetrieben pflegen derartige Bohrprofile oder Skizzen vorhanden zu sein. Im übrigen wird man selten darauf rechnen können, bei Brunnenbesichtigungen solche Hülfsmittel anzutreffen. Es wäre höchst wünschenswert, wenn jeder Grundstücksbesitzer oder -inhaber allgemein dazu verpflichtet würde, bei Neuanlage von Brunnen Bohrprofile und dergl. herstellen zu lassen und später den prüfenden Dienststellen diese vorzulegen. Mit Recht weist Löffler [18]) am Schluss seiner Abhandlung über Wasserbeurteilung darauf hin, dass eine Verbesserung der jetzt besonders auf dem Lande und in kleineren

Städten auf dem Gebiet der Wasserversorgung bestehenden, recht erheblichen Missstände durch allgemeine Einführung von „Brunnenordnungen“ und fortlaufende sachverständige Untersuchung durch berufene Medizinalbeamte erreicht werden müsse. Auf Grund der Bestimmungen im Ministerialerlass vom 25. 9. 02 (Minist.-Bl. f. Med. Ang. 1902, S. 286) und der neuen Dienstanweisungen für die Kreisärzte ist zu erwarten, dass in genannter Hinsicht im Laufe der Zeit eine Besserung eintreten wird, wenn man sich auch nicht verhehlen darf, dass es besonderer Energie seitens der Medizinalbeamten bedürfen wird, um Wandel zu schaffen.

Diejenigen Dienststellen, denen Urteile über Wasserversorgungsanlagen oder Wasseruntersuchungen zufallen, werden oft genug die Erfahrung gemacht haben, dass sich in Beschreibungen solcher Anlagen oder in Anträgen betr. Brunnenverbesserungen teils schiefe, teils nicht allgemein bekannte technische Ausdrücke finden, so dass es ungemein schwer ist, sich ein klares Bild von der Anlage oder von der beabsichtigten Verbesserung zu machen. Der Grund liegt wohl darin, dass in den verschiedenen Provinzen oder bei den einzelnen bautechnischen Behörden recht verschiedenartige Bezeichnungen für ein und denselben Gegenstand üblich sind. Um Missverständnissen vorzubeugen, empfiehlt es sich, wenigstens für die bekanntesten Teile allgemein verständliche Namen zu gebrauchen. In der Anlage sind Bezeichnungen dieser Art zusammengestellt, die man bei Beschreibung von Brunnenanlagen wählen könnte.

Die zu wählende Bezeichnung	für die verschiedenen Wasserversorgungsanlagen bezw. deren einzelne Teile.
Grundwasser	für das im Boden angesammelte Wasser,
Quellwasser	„ „ „ „ „ und daraus freiwillig hervortretende Grundwasser,
Flachbrunnen	schöpfen oberes Grundwasser auf der 1. undurchlässigen Schicht,
Tiefbrunnen	schöpfen unteres Grundwasser auf der 2. oder tieferen Schicht,
Kesselbrunnen	für alle gegrabenen Brunnen, Schachtbrunnen, Kessel, Sammelbrunnen u. s. w.; wird ein Kesselbrunnen als solcher aufgegeben und in Bohrbrunnen umgewandelt, muss der alte Kessel dann als Arbeitsschacht bezeichnet werden,
Ziehbrunnen	für alle offenen, mit Eimer oder Gewinde betriebenen Kessel,
Röhrenbrunnen	für alle durch Röhren gespeisten Brunnen,
Abessynier	für die eingeschraubten oder eingerammten Brunnen,
Bohrbrunnen	für die durch besondere Bohrverfahren hergestellten Brunnen,
Arbeitsschacht	für alle Trockenschächte u. s. w., die sich über Bohrbrunnen befinden, zwischen Leitungen eingeschaltet sind oder unter den durch Schleppleitungen aus Bohr- oder Kesselbrunnen gespeisten Pumpen sich finden, d. h. für alle Schächte, die nur zu Arbeitszwecken dienen, mit der Aufspeicherung von Trinkwasser aber nichts zu tun haben.

Die zu wählende Bezeichnung	für die verschiedenen Wasserversorgungsanlagen bezw. deren einzelne Teile
Sammelschacht	für alle Schächte, in denen sich das Wasser aus Bohrbrunnen direkt oberhalb der Tiefbohrung ansammelt oder in welche das Wasser aus diesen ersten Schächten hinübergeleitet wird,
Brunnen	für die das Wasser fördernden Anlagen (Kesselbrunnen, Bohrbrunnen),
Pumpe	für das Hebewerk, welches das Wasser aus dem Brunnen, entweder über diesem oder seitlich stehend, fördert,
Brunnenrohr	für das eigentliche das Wasser fördernde Rohr, an dessen unteres Ende der Filter sich anschliesst,
Mantelrohre	für die ausserdem im Boden steckenden und das Brunnenrohr einschliessenden, von den Bohrversuchen herrührenden Rohre,
Pumprohr	für das im Brunnenrohr hängende und zum Pumpenbetrieb dienende Rohr (Saugrohr, Steigrohr, Arbeitszylinder u. s. w); bei Kesselbrunnen kann es sich nur um Pumprohre handeln.
Sickerrohre	für die Rohre, welche am Boden der Kesselbrunnen eingelassen sind, um ev. noch weitere Erdschichten nutzbar zu machen,
Siebschutz	für die Siebe oder Gitter, welche das frei im Arbeitsschacht endende Brunnenrohr oder das freie Ende der Lüftungsrohre vor dem Eindringen kleiner Tiere bewahren sollen,
Ueberfallkappe	für die Vorrichtung, welche das freie Ende der Brunnen- oder Mantelrohre im Arbeitsschacht vor dem Eindringen von Staub u. s. w. schützen soll,

Die zu wählende Bezeichnung	für die verschiedenen Wasserversorgungsanlagen bezw. deren einzelne Teile
Filter	für das in der wasserführenden Schicht stehende durchlöcherte Endstück des Brunnenrohres,
Filtergewebe	für den den Filter umgebenden feinmaschigen Tressenschutz aus Kupfer- oder Messinggaze,
Bügelrohr	für das Verlängerungsstück des Filterrohres nach oben, das mittelst Gummidichtung mit dem Brunnenrohr verbunden ist,
Muffen	für die Verschraubungen der Rohre untereinander,
Frosthahn	für die im Winter offen zu haltenden Hähne am Pumprohr, aus denen das Wasser abfliessen kann, damit es in dem Pumprohr nicht einfriert,
Frostrohr	für das vom Frosthahn abgehende Bleirohr,
Schleppleitung	für die vom Brunnen ausgehenden Leitungen, aus welchen durch einfache, seitlich aufgestellte Pumpen das Wasser direkt aus dem Brunnenrohr, aus dem Sammelschacht oder dem Kesselbrunnen entnommen wird,
Saug- und Druckleitung	für die durch besondere Saug- oder Druckvorrichtungen betriebenen Leitungen bezw. Rohre,
Ueberlaufleitung	für die Leitungen, in denen das Wasser durch eigenes Gefälle von einem Kesselbrunnen oder Sammelschacht in einen zweiten überläuft,
Druckständer	für die Ventilbrunnen, welche aus Leitungsrohren ihr Wasser entnehmen,

Die zu wählende Bezeichnung	für die verschiedenen Wasserversorgungsanlagen bezw. deren einzelne Teile
Druckpumpe	für kleine, durch Handbetrieb gespeiste Pumpvorrichtungen,
Wasserkästen auf den Böden	für alle Hochreservoirs, die durch Handbetrieb, Göpelwerke oder Maschinen gespeist werden und von denen dann Leitungen in die einzelnen Stockwerke mit besonderen Zapfstellen abgehen,
Vorwärmekästen in den Ställen	für die Reservoirs, Bassins, welche in den Fluren der Ställe sich finden, um das Wasser im Winter anwärmen zu lassen,
Gully	für alle Einfallschächte der Entwässerungsanlagen sowohl neben den Pumpen bezw. Brunnen, als auch auf den Höfen oder im Zuge der Rinnsteine,
Abzugskanal	für alle mit Entwässerung in Zusammenhang stehenden Rohranlagen,
Ablaufwasser	für das beim Pumpen abfliessende überschüssige Wasser im Gegensatz zu Ueberlaufwasser, welches durch Ueberlaufleitungen (siehe oben) fliesst,
Abdeckplatte	für alle Eindeckungen von Kesselbrunnen, Arbeits- und Sammelschächten,
Mannlöcher	für alle Einsteigelöcher in Kesselbrunnen u. s. w.,
Mannlochdeckel	für alle Abdeckungen dieser Mannlöcher,
Handgriffe	für die am Deckel vorhandenen Griffe,
Mannlocheinrahmung	für alle Fassungen des Mannlochs, auf denen der Mannlochdeckel aufliegt,
Stellschieber	für alle Verschlussvorrichtungen, mittelst derer der Mannlochdeckel an der Mannlocheinrahmung befestigt wird,
Schlüssellöcher	für die Oeffnungen in den Mannlochdeckeln oder an der Mannlocheinrahmung, durch welche die Schlüssel der Stellschieber u. s. w. durchtreten können.

Literaturverzeichnis.

1. Beobachtungen und Untersuchungen über die Ruhr (Dysenterie). Veröffentl. aus dem Gebiet des Militär-Sanitäts-Wesens, Heft 20, 1902, Berlin, Mittler & Sohn.
2. Bonhoff: Wasseruntersuchung und Typhusbazillus. Zentralblatt für Bakteriologie u. s. w., Band 33, (Originale), S. 461.
3. Brix: Hygienisch-technische Massnahmen zur Verhütung und Beseitigung von ansteckenden Krankheiten, die mit dem Wasser und dem Boden in Zusammenhang stehen. Dazu Anhang von Nocht Anforderungen an ein gesundheitsgemässes Trinkwasser. In Behrings Bekämpfung der Infektionskrankheiten, 1894, Leipzig, Thieme.
4. Dönitz: Ueber die Quellen der Ansteckung mit Typhus nach Berliner Beobachtungen. Festschrift zum 60. Geburtstage R. Kochs. 1904, Jena, Fischer.
5. Entstehung, Verhütung und Bekämpfung des Typhus bei den im Felde stehenden Armeen. Veröffentl. aus dem Gebiet des Militär-Sanitäts-Wesens, Heft 17, 1901, 2. Auflage.
6. Flügge: Hygienische Beurteilung von Trink- und Nutzwasser. Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentl. Ges.-Pflege, Band 28, S. 210. 1896.

7. Derselbe: Ueber die Beziehungen zwischen Flusswasser und Grundwasser in Breslau u. s. w. Zeitschrift für Hygiene u. s. w. Band 22, S. 445.

8. Gärtner: Ueber Methoden die Möglichkeit der Infektion eines Wassers zu beurteilen. Festschrift zur 100-jährigen Stiftungsfeier des Friedr. Wilhelms-Instituts. 2. 12. 95. Berlin, Hirschwald.

9. Gotschlich: Allgemeine Morphologie und Biologie der pathogenen Mikroorganismen. Im Handbuch der pathogenen Mikroorganismen von Kolle und Wassermann, Band I, Seite 187.

10. Derselbe: Allgmeine Prophylaxe der Infektionskrankheiten. Im gleichen Handbuch, Band IV, 1. Teil, Seite 45.

11. Derselbe: Spezielle Prophylaxe der Infektionskrankheiten. Im gleichen Handbuch, Band IV, 1. Teil, Seite 66.

12. Gruber: Die Grundlagen der hygienischen Beurteilung von Wasser. Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentl. Ges.-Pflege, Band 25, S. 415.

13. Herold: Die Hygiene der überseeischen Expeditionen u. s. w. Berlin 1903, Mittler & Sohn. S. 16.

14. Koch, R.: Die Bekämpfung des Typhus. Veröffentl. aus dem Gebiet des Militär-Sanitäts-Wesens, 1903, Heft 21.

15. Kraschutzki: Die Versorgung von kleinen Städten u. s. w. mit gesundem Wasser. 1896, Hamburg und Leipzig, Voss.

16. Lauff: Ueber Brunnenanlagen und Trinkwasserbeurteilung. Deutsche militärärztliche Zeitschrift, Band 28, Seite 487.

17. Lentz: Dysenterie. Im Handbuch der pathogenen Mikroorganismen von Kolle und Wassermann, Band II, Seite 330.

18. Loeffler, Oesten und Sendtner: Wasserversorgung, Wasseruntersuchung und Wasserbebeurteilung. In Weyls Handbuch der Hygiene, Band I, 2. Abteilung.
19. Lübbert: Die im Hamburgschen Staatsgebiet angewandten Enteisenungsverfahren. Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentl. Ges.-Pflege, Band 37, Seite 581.
20. Lueger: Die Wasserversorgung der Städte. Verlag von A. Bergsträsser.
21. Pfuhl, E.: Ergebnisse einer erneuten Prüfung einiger Kieselguhr- und Porzellanfilter. Festschrift zum 60. Geburtstage R. Kochs. 1904, Jena, Fischer.
22. Plagge: Untersuchungen über die Wasserfilter. Veröffentl. aus dem Gebiete des Militär-Sanitäts-Wesens, Heft 9, 1895.
23. Plagge und Schumburg: Beiträge zur Frage der Trinkwasserversorgung, ebenda, Heft 15, 1900.
24. Priefer: Aetiologie, Inkubationszeit und klinische Krankheitserscheinungen bei einer Typhusepidemie. Zeitschrift für Hygiene u. s. w., Band 46, Seite 23.
25. Schumburg: Trinkwassergewinnung und -beurteilung unter Berücksichtigung der Dienstvorschriften. Militärärztliches Vademekum, Teil II des „Deutchen militärärztlichen Kalenders", 1904, Seite 225. Hamburg, Gebr. Lüdeking.

Lebenslauf.

Ich, Willibald Edmund Julius Lösener bin am 22. April 1863 als der Sohn des verstorbenen Porträtmalers Bernhard Lösener zu Potsdam geboren und erhielt meine wissenschaftliche Vorbildung auf dem Viktoria-Gymnasium zu Potsdam, welches ich seit Michaelis 1872 besuchte und Ostern 1882 mit dem Zeugnis der Reife verliess. Dann studierte ich in Freiburg i. B., Berlin und München Medizin, bestand in Berlin am 8. 11. 84 die ärztliche Vorprüfung und in München am 1. 2. 87 die ärztliche Staatsprüfung. Meiner aktiven Dienstpflicht mit der Waffe genügte ich in Potsdam beim 1. Garde-Regiment zu Fuss vom 1. 4. 87 bis 30. 9. 87, trat dann am 1. 11. 87 beim Garde-Jäger-Bataillon in Potsdam als einjährig-freiwilliger Arzt ein, bei welchem Bataillon ich am 2. 2. 88 zum Unterarzt des aktiven Dienststandes ernannt wurde. Am 10. 7. 88 wurde ich zum Assistenzarzt, am 30. 4. 90 zum Oberarzt, am 29. 3. 93 zum Stabsarzt und am 18. 8. 01 zum Oberstabsarzt befördert und habe ausser in der Garnison Potsdam bei verschiedenen Truppenteilen in den Garnisonen Neisse, Stettin, Allenstein und Königsberg i. Pr. gestanden. In letztgenannter Garnison stehe ich seit dem 22. 11. 02 als Regimentsarzt des 2. Ostpreussischen Feldartillerie-Regiments Nr. 52. Am 19. 10. 05 bestand ich das Kolloquium zur Erlangung der Doktorwürde.